

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

TOBIAS GERLACH

Serial No.: 10/678,686

Filed: October 3, 2003



Group Art Unit: 2863

Examiner: Unknown

For: METHOD FOR CORRECTING THE DETERMINATION OF THE
ROTATING POSITION OF A COMMUTATED DIRECT CURRENT
MOTOR

Attorney Docket No.: KOA 0240 PUS (R 1406)

TRANSMITTAL LETTER REGARDING
FOREIGN PRIORITY BENEFITS

Mail Stop Issue Fee
Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark Office
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the above-identified application, the Applicant claimed foreign priority
benefits under 35 U.S.C. § 119 of the foreign application listed below:

<u>Filing No.</u>	<u>Country</u>	<u>Filing Date</u>
101 24 615.3	Germany	May 21, 2001

CERTIFICATE OF MAILING UNDER 37 C.F.R. § 1.8

I hereby certify that this paper, including all enclosures referred to herein, is being deposited with the United States Postal Service as first-class mail, postage pre-paid, in an envelope addressed to: Mail Stop Issue Fee, Commissioner for Patents, United States Patent and Trademark Office, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on:

October 13, 2004
Date of Deposit

James N. Kallis
Name of Person Signing

Signature

- A. Certified copy of the priority application DE 101 24 615.3, filed May 21, 2001 is enclosed for the above-identified application.

Respectfully submitted,

TOBIAS GERLACH

By: _____

James N. Kallis
Reg. No. 41,102
Attorney for Applicant

Date: October 13, 2004

BROOKS KUSHMAN P.C.
1000 Town Center, 22nd Floor
Southfield, MI 48075
Phone: 248-358-4400
Fax: 248-358-3351

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 24 615.3

Anmeldetag: 21. Mai 2001

Anmelder/Inhaber: Leopold Kostal GmbH & Co KG,
Lüdenscheid/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Korrigieren einer Drehstellungs-
bestimmung einer Antriebswelle eines kommutierten
Gleichstrommotors

IPC: G 01 P, H 02 P, G 01 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

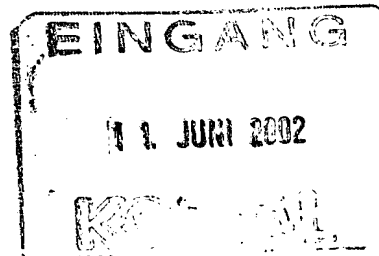
München, den 06. Juni 2002
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Ebert



Leopold Kostal GmbH & Co. KG
Wiesenstraße 47
D-58507 Lüdenscheid
Deutschland



Verfahren zum Korrigieren einer Drehstellungsbestimmung einer Antriebswelle eines kommutierten Gleichstrommotors

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Korrigieren einer Drehstellungs-
bestimmung einer Antriebswelle eines kommutierten Gleichstrommotors
durch Auswerten der im Ankerstromsignal enthaltenen Stromrippel bei
5 Auftreten von Fehlrippeln, wenn innerhalb eines einen definierten Zeit-
punkt nach dem zuletzt detektierten Stromrippel umgebenden Toleranzbe-
reiches kein weiterer Stromrippel erkannt wird.

Das Ankerstromsignal eines kommutierten Gleichstrommotors umfaßt ei-
10 nen Gleichanteil sowie einen den Gleichanteil überlagernden Wechsel-
anteil. Der Wechselanteil entsteht bei einem Betrieb des Gleichstrommo-
tors infolge des Zusammenwirkens von Magnet (Feld), Ankerwicklung und
Kommutator des Gleichstrommotors. Dies äußert sich in einer kurzzeitigen
Änderung der induzierten Spannung, woraus sich die Welligkeit des An-
15 kerstromsignals ergibt. Die in dem Ankerstromsignal enthaltenen Strom-
spitzen - im folgenden Stromrippel genannt - treten bei einer Umdrehung
des Ankers in einer der Anzahl der Kollektorlamellen entsprechenden
Häufigkeit auf. Weist beispielsweise der Anker zehn Kollektorlamellen auf,
sind im Ankerstromsignal entsprechend zehn Stromrippel zu erkennen.
20 Eine Zählung der Stromrippel kann somit Aufschluß über die aktuelle
Drehstellung des Ankers des Gleichstrommotors und somit bezüglich des

angetriebenen Elements innerhalb seiner vorbestimmten Bewegungstrecke geben. Zu diesem Zweck wird das analoge Ankerstromsignal digitalisiert, um eine entsprechende Zählung vornehmen zu können.

5 Bei einem Betrieb eines Gleichstrommotors, insbesondere unter Last kann es jedoch vorkommen, daß die im Ankerstromsignal enthaltenen Stromrippel verzerrt auftreten, wobei sich eine solche Verzerrung durch zwei Stromspitzen bemerkbar macht. Diese Stromspitzen werden als Doppelrippel bezeichnet. Im Zuge der Digitalisierung eines solchen Ankerstrom-
10 signales werden anstatt einer Stromspitze durch eine solche Verzerrung an dieser Position zwei Stromrippel als Stromrippelsignal aufgezeichnet. Eine Zählung dieser Doppelrippel führt jedoch zu einer fehlerhaften Positionsbestimmung des angetriebenen Elements. Entsprechendes gilt für das Ausbleiben eines als Fehlrippel bezeichneten Stromrippels bei tat-
15 sächlicher Drehbewegung der Ankerwelle. Diese Fehler sind durch den Kommutator bedingt und somit nicht ohne weiteres durch eine Aufbereitung des Ankerstromsignales eliminierbar.

Aus DE 197 29 238 C1 ist eine Maßnahme bekanntgeworden, gemäß der
20 das Ausbleiben eines erwarteten Stromrippels im Zählergebnis nur dann korrigiert wird, wenn der erwartete Stromrippel nicht innerhalb eines den erwarteten Zeitpunkt umgebenden Toleranzbereiches erkannt wird. Der Toleranzbereich ist fest vorgegeben. Bei dem aus diesem Dokument bekannten Verfahren wird somit der berechnete Zeitpunkt des wahrschein-
25 lich nächsten Kommutierungszeitpunktes (Stromrippel) um die Größe des vorgegebenen Toleranzbereiches erweitert. Auf diese Weise werden im oder vor dem berechneten Zeitpunkt nicht aufgetretene Stromrippel nur dann als Fehlrippel erkannt, wenn auch innerhalb des Toleranzbereiches ein Stromrippel nicht detektiert worden ist. Mit diesem Verfahren ist eine
30 zufriedenstellende Rippeldetektion bei einem stationären oder quasi stationären Betrieb des Gleichstrommotors möglich, bei der auch Fehl- oder Doppelrippel entsprechend korrigiert werden. Wird ein Stromrippel erst zeitlich nach der oberen Grenze des Toleranzbereiches detektiert, wird systemsseitig auf ein fehlerhaftes Ausbleiben eines Stromrippels ge-
35 schlossen und entsprechend das Zählergebnis korrigiert. Bei einem Betrieb eines Gleichstromelektromotors können jedoch Betriebszustände eintreten, bei denen die Periodendauer eines Stromrippels sich quasi sprunghaft vergrößert. Ein solcher Betriebszustand tritt beispielsweise bei

5 einem sprunghaft gestiegenem Lastmoment auf, beispielsweise bei einem Betrieb des Elektromotors gegen einen Anschlag. Da bei einer solchen Situation der Stromrippel erst nach Ablauf des Toleranzbereiches detektiert wird, wird systemseitig fälschlicherweise eine Korrektur des Zählergebnisses durchgeführt. Folglich ist die Positionsbestimmung der Ankerwelle verfälscht. Bei einer Wiederholung derartiger Ereignisse, verfälscht sich das Zielergebnis zunehmend.

10 Ausgehend von diesem diskutierten Stand der Technik liegt der Erfindung daher die Aufgabe zugrunde, ein eingangs genanntes gattungsgemäßes Verfahren dergestalt weiterzubilden, daß die zum vorbekannten Stand der Technik gezeigte Fehlinterpretation von Fehlrippeln vermieden, zumindest jedoch weitestgehend reduziert ist.

15 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Größe des den Zeitpunkt einer erwarteten Stromrippeldetektion umgebenden Toleranzbereiches, in dem eine Korrektur des Zählergebnisses nicht erforderlich ist, dynamisch an sich ändernde Betriebszustände des Gleichstrommotors angepaßt wird.

20 Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird im Gegensatz zum vorbekannten Stand der Technik kein statischer Toleranzbereich vorgegeben, sondern dieser wird angepaßt an den jeweiligen Betriebszustand des Gleichstrommotors und wird entsprechend sich ändernden Betriebszuständen an diesen angepaßt. Wirkt beispielsweise ein solcher Gleichstrommotor nach einem kontinuierlichen Betrieb, bei dem der Toleranzbereich an diesen Betrieb angepaßt wird und sich bei diesem Betrieb nicht oder nur kaum ändert, gegen einen Anschlag, durch den sich das Lastmoment sprunghaft erhöht, erfolgt eine Anpassung an diesen sich

25 ändernden Betriebszustand dergestalt, daß der Toleranzbereich an diesen Betriebszustand angepaßt wird, wobei in dem beschriebenen Beispiel dieser vergrößert wird. Durch die Vergrößerung des Toleranzbereiches wird dann die infolge des geänderten Betriebszustandes entsprechend dem beschriebenen Beispiel verlängerte Periode des Stromrippels noch

30 innerhalb des angepaßten Toleranzbereiches detektiert. Folglich entspricht das Zählergebnis der Anzahl der tatsächlich detektierten Stromrippel, so daß auch bei einem sich ändernden Betriebszustand - wie beschrieben - die gewünschte Positionsbestimmung der Ankerwelle exakt

35

verbleibt.

Der Toleranzbereich, in dem eine Stromrippeldetektion erwartet wird, kann in Abhängigkeit von dem sich ändernden Betriebszuständen des Gleichstrommotors sowohl vergrößert als auch verkleinert werden.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Toleranzbereich in Abhängigkeit von dem Maß einer Änderung des Mittelwertes des digitalisierten Ankerstromsignals eingestellt wird. Dabei ist vorgesehen, daß der Toleranzbereich bei steigendem Mittelwert vergrößert und bei fallendem Mittelwert verkleinert wird. Bei der Anpassung des Toleranzbereiches entsprechend diesem Ausführungsbeispiel wird dieser in Abhängigkeit von den vom aktuellen Zeitpunkt zurückliegenden Betriebszuständen angepaßt. Dabei kann vorgesehen sein, daß Mittelwertsänderungen in Änderungsintervalle unterteilt sind, so daß dann eine Anpassung der Größe des Toleranzbereiches schrittweise erfolgt. Für die Bestimmung des Mittelwertes ist es ausreichend, wenn ein bestimmtes, vom aktuellen Zeitpunkt zurückreichendes Zeitintervall betrachtet wird. Die Bemessung des Zeitintervalles kann konstant vorgegeben sein, oder auch zur Minimierung des Rechenaufwandes an den Betriebszustand des Gleichstrommotors adaptiv ausgelegt sein.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann eine Anpassung des Toleranzbereiches in Abhängigkeit von dem Maß einer Änderung der aus Motorstrom- und Motorkenndaten berechneten Motordrehzahl erfolgen. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird der Toleranzbereich vergrößert, wenn eine negative Drehzahländerung berechnet worden ist. Umgekehrt kann der Toleranzbereich verkleinert werden, wenn eine positive Drehzahländerung errechnet worden ist. Der Einsatz dieses Verfahrens eignet sich insbesondere bei Betriebszuständen, bei denen das Lastmoment sprunghaft ansteigt. Zweckmäßig ist es, wenn die Bestimmung einer negativen Drehzahländerung in einem Zeitpunkt über die Berechnung des Drehzahlsprungantwortverlaufs durchgeführt wird, der einen sprunghaften Anstieg des aktuellen Lastmoments auf das Kurzschlußmoment zugrunde legt. Daraus läßt sich ableiten, wie lange eine Drehzahländerung noch erfolgen wird, bzw. wie lange die Ankerwelle sich noch drehen wird. Bei einem sprunghaft steigenden Lastmoment, wie beispielsweise bei einem Betrieb des Gleichstrommotors gegen einen Anschlag, wird sodann der

Toleranzbereich entsprechend vergrößert, so daß auch der bezüglich seiner Periode verlängerte Stromrippel bei seiner Detektion innerhalb des Toleranzbereiches detektiert werden kann.

- 5 Der Berechnungszyklus kann maximal in jedem Abtastzyklus, mit dem das Ankerstromsignal digitalisiert wird, erfolgen. Dies ist jedoch grundsätzlich nicht notwendig; vielmehr wird es als ausreichend angesehen, daß eine Berechnung der negativen Drehzahländerung aus dem aktuellen Betriebszustand bei sprunghaft steigendem Lastmoment einmal innerhalb
10 einer Stromrippelperiode durchgeführt und für die anderen Abtastzeitpunkte innerhalb dieser Stromrippelperiode extrapoliert wird.

- Grundsätzlich ist es möglich, für unterschiedliche Betriebszustände des Gleichstrommotors unterschiedliche Korrekturverfahren zu betreiben
15 und/oder die Berechnungen in Abhängigkeit von den Betriebszuständen bzw. von den sich ändernden Betriebszuständen häufiger oder weniger häufig durchzuführen. In diesem Zusammenhang ist es ebenfalls möglich, beispielsweise bei dem Verfahren entsprechend dem drehzahlbezogenen Ausführungsbeispiel in einer Anlaufphase des Gleichstrommotors das
20 vollständige Motormodell mit den benötigten Motorstrom- und Motorkenn-
daten durchzuführen, an welche Anlaufphase sich eine Betriebsphase anschließt, in der zur Berechnung der maximalen Drehzahländerung bei sprunghaft steigendem Lastmoment lediglich eine Differenzbetrachtung der aktuellen Motorstromdaten zu vorangegangenen durchgeführt wird.
25 Dies reduziert den Rechenaufwand.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von zwei Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigelegten Figuren beschrieben. Es zeigen:

- 30 **Fig. 1a-d:** Diagramme zur Darstellung der Anpassung des Toleranzbereiches zur Vermeidung einer Fehlinterpretation von Fehlrippeln anhand einer Mittelwertbildung des Ankerstromsignales und
- 35 **Fig. 2a-d:** Diagramme zur Darstellung der Anpassung des Toleranzbereiches zur Vermeidung einer Fehlinterpretation von Fehlrippeln anhand einer berechneten Drehzahländerung.

Figur 1a zeigt in einem Diagramm, auf dem auf der y-Achse der Ankerstrom und auf der x-Achse die Zeit aufgetragen ist, den Verlauf eines analogen Ankerstromsignales. Zur Bestimmung des Verlaufes des Mittelwertes dieses Ankerstromsignales wird das in Figur 1a gezeigte analoge Ankerstromsignal zunächst entsprechend einem vorgegeben Takt abgetastet. Das digitalisierte Ankerstromsignal ist in Figur 1b wiedergegeben. Aus dem digitalisierten Ankerstromsignal wird in einem nächsten Schritt der Mittelwert gebildet, wobei zur Mittelwertbildung in einem Punkt jeweils eine bestimmte Anzahl von zeitlich zurückliegenden Werten des digitalisierten Ankerstromsignales verwendet werden. Der Verlauf des Mittelwertes des Ankerstroms ist in Figur 1c gezeigt.

Schematisiert wiedergegeben ist in den Figuren 1a bis 1c ein Betriebszustand des kommutierten Gleichstrommotors, bei dem dieser gegen einen Anschlag wirkt. Handelt es sich bei diesem Gleichstrommotor beispielsweise um einen solchen, der als Fensterhebermotor in die Tür eines Kraftfahrzeuges eingesetzt ist, dann stellt sich dieser Betriebszustand etwa beim Schließen des Fensters ein, wenn der Gleichstrommotor das Fenster in den Rahmen fährt. Entsprechend stellt sich dieser Betriebszustand auch bei einer Einklemmsituation ein. Bei einem solchen Betriebszustand steigt das Ankerstromsignal durch den erhöhten Stromverbrauch an, welches ebenfalls in dem Anstieg des aus dem Ankerstromsignal abgeleiteten Mittelwertverlaufes entsprechend Figur 1c zum Ausdruck kommt. Eine Änderung des Mittelwertes des Ankerstromsignales reflektiert somit sich ändernde Betriebszustände des Gleichstrommotors, wie sich dies bei dem beispielhaft beschriebenen Betriebszustand durch den Anstieg des Mittelwertes des digitalisierten Ankerstromsignales bemerkbar macht. Daher kann der Verlauf des digitalisierten Mittelwertes des Ankerstromsignales eingesetzt werden, um in Abhängigkeit von der Änderung des Mittelwertes einen zur Vermeidung einer Fehlinterpretation von Fehlrippeln eingesetzten Toleranzbereich vorgeben zu können. Der Toleranzbereich, der dem vorausberechneten Zeitpunkt einer erwarteten Stromrippeldetektion zugeschlagen wird, kann auf diese Weise an sich ändernde Betriebszustände zur Vermeidung einer Fehlinterpretation von nicht detektierten Stromrippeln angepaßt werden. Bei dem dargestellten Betriebszustandsbeispiel wird dieser Toleranzbereich - wie in Figur 1d dargestellt - ebenfalls zunehmend vergrößert, wobei in dem gezeigten Ausführungsbeispiel der Toleranzbereich von einem Wert von 25 % bis auf einen Wert

70

von 45 % infolge der eingetretenen Betriebszustandsänderung angeho-
ben worden ist. Durch diesen vergrößerten Toleranzbereich ist nunmehr
auch eine Stromrippeldetektion mit (sprunghaft) veränderter Periode be-
stimmungsgemäß möglich, auch wenn dieses erst später detektiert wird,
5 als dies vorausberechnet war. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren
erfolgt eine Korrektur des tatsächlich erfaßten Stromrippelzählergebnis-
ses, wenn innerhalb des an den Betriebszustand angepaßten Tole-
ranzwertes eine Stromrippeldetektion nicht erfolgt. Da die Einstellung des
adaptiven Toleranzbereiches auch sich sprunghaft verändernde Stromrip-
10 pelperioden berücksichtigt, ist bei Nichtdetektion eines Stromrippels in-
nerhalb des Toleranzbereiches dann tatsächlich ein Stromrippl nicht er-
kannt worden, so daß die Korrektur des Zählergebnisses notwendig ist.

Figur 2 zeigt anhand entsprechender Diagramme ein weiteres Ausfüh-
15 rungsbeispiel zur Anpassung des Toleranzbereiches bei der Stromrippel-
detektion in Abhängigkeit von sich ändernden Betriebsbedingungen. Das
in Figur 2 zuoberst abgebildete Diagramm entspricht demjenigen der Figu-
ren 1a und 1b des zuvor beschriebenen Ausführungsbeispieles, wobei die
digital abgetasteten Werte des analogen Ankerstromsignales auf dieser
20 Kurve mit kleinen Kästchen gekennzeichnet sind. Als Variable, anhand
der der Toleranzbereich bei diesem Ausführungsbeispiel eingestellt wird,
dient die aus Motorstrom- und Motorkenndaten errechnete maximale
Drehzahländerung bei einem sprunghaften Anstieg des auf den Gleich-
strommotor einwirkenden Lastmomentes, wie dies beispielsweise bei ei-
25 nem Einklemmfall bei Einsatz des Gleichstrommotors als Fensterheber-
motor in einem Kraftfahrzeug der Fall sein kann. Da in diese Berechnung
die aktuellen Motorstromdaten eingehen, ist in unterschiedlichen Zeit-
punkten im Verlauf des Ankerstromsignales eine unterschiedliche maximale
Drehzahländerung errechenbar. Beispielhaft ist in der unteren Reihe der
30 Abbildungen der Figur 2 diese Berechnung dargestellt. Unter Berücksich-
tigung der Motorkenndaten, die als Übertragungsfunktion $G(s)$ bezeichnet
sind, werden aktuelle Motorstromdaten, hier: Spannung $u(t)$, Strom $i(t)$ und
Lastmoment $M(t)$ in die Berechnung der Drehzahländerung $n(t)$ mit einbe-
zogen. Das Ergebnis stellt dann die berechnete maximale Drehzahlände-
35 rung dar, die in der unteren Zeile der Figur 2 als Diagramm wiedergege-
ben ist. Aus der Darstellung des in die Berechnung einfließenden
Lastmomentes $M(t)$ wird deutlich, daß bei der in dem Ausführungsbeispiel
dargestellten Berechnung von einem sprungförmigen Anstieg des aktuel-

len Lastmomentes, der sich auf das maximale Kurzschlußmoment einstellen würde, ausgegangen wird. Selbstverständlich können an dieser Stelle auch andere lastmomentabhängige Modelle Eingang finden. Anhand des Kurvenverlaufes der berechneten maximalen Drehzahländerung
5 wird dann der Toleranzbereich für die Stromrippeldetektion eingestellt. Bei einer sehr raschen negativen Drehzahländerung wird der Toleranzbereich entsprechend vergrößert.

In der mittleren Zeile der Diagramme der Figur 2 sind beispielhaft an den
10 jeweiligen Minima des Ankerstromsignales die sich beim Durchführen einer solchen Berechnung ergebenden Drehzahländerungskurven wiedergeben. Die sich aus diesen Kurven abgeleitete Kurve des Verlaufes des Toleranzbereiches ist in Figur 2 nicht dargestellt. Der Verlauf des Toleranzbereiches entspricht jedoch im wesentlichen dem Verlauf des Tole-
15 ranzbereiches der Figur 1d.

Bei diesem Verfahren kann eine Berechnung der maximalen Drehzahländerung in vorgegebenen Zeitpunkten erfolgen, wie dies bei dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel gezeigt ist, bei dem eine solche Berech-
20 nung bei jedem zweiten Minima durchgeführt wird. In Abhängigkeit davon, welche Rechenleistung zur Verfügung steht, kann diese Berechnung auch häufiger innerhalb des Verlaufes des Ankerstromsignales durchgeführt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Korrigieren einer Drehstellungsbestimmung einer Antriebswelle eines kommutierten Gleichstrommotors durch Auswerten der im Ankerstromsignal enthaltenen Stromrippel bei Auftreten von Fehlrippeln, wenn innerhalb eines einen definierten Zeitpunkt nach dem zuletzt detektierten Stromrippel umgebenden Toleranzbereiches kein weiterer Stromrippel erkannt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Größe des den Zeitpunkt einer erwarteten Stromrippeldetektion umgebenden Toleranzbereiches, in dem ein Korrektur des Zählergebnisses nicht erforderlich ist, dynamisch an sich ändernde Betriebszustände des Gleichstrommotors angepaßt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Toleranzbereich in Abhängigkeit von dem Maß einer Änderung des Mittelwertes des Ankerstromsignals eingestellt wird, wobei der Toleranzbereich bei steigendem Mittelwert vergrößert und bei fallendem Mittelwert verkleinert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß in die Mittelwertbetrachtung des Ankerstromsignals ein vom aktuellen Zeitpunkt zurückreichendes Zeitintervall konstanter Größe eingeht.
4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß in die Mittelwertbetrachtung des Ankerstromsignals ein vom aktuellen Zeitpunkt zurückreichendes Zeitintervall adaptiver Größe in Abhängigkeit von dem Betriebszustand des Gleichstrommotors eingeht.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Anpassung der Größe des Toleranzbereiches schrittweise erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Mittelwert aus dem digitalisierten Ankerstromsignal gebildet wird.

13

7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Toleranzbereich in Abhängigkeit von dem Maß einer Änderung der aus Motorstrom- und Motorkenndaten berechneten Motordrehzahl erfolgt, wobei der Toleranzbereich bei negativer Drehzahländerung vergrößert und/oder bei positiver Drehzahländerung verkleinert wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Bestimmung des maximalen Toleranzbereiches in einem Zeitpunkt eine Bestimmung einer negativen Drehzahländerung über die Berechnung des Drehzahlsprungantwortverlaufs durchgeführt wird, der einen sprunghaften Anstieg des aktuellen Lastmomentes auf das maximale Kurzschlußmoment zugrunde legt.
9. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Berechnung der negativen Drehzahländerung mit jedem Abtastzyklus erfolgt, in dem das Ankerstromsignal digitalisiert wird.
10. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Berechnung der negativen Drehzahländerung einmal innerhalb einer Stromrippelperiode durchgeführt und für die anderen Abtastzeitpunkte innerhalb einer Stromrippelperiode extrapoliert wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach einer Anlaufphase, innerhalb der die Berechnung mit den benötigten Motorstrom- und Motorkenndaten durchgeführt wird, sich eine Betriebsphase anschließt, in der zur Berechnung der maximalen Drehzahländerung eine Differenzbetrachtung der aktuellen Motorstromdaten zu vorangegangenen durchgeführt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß dieses Korrekturverfahren zur Korrektur der Stromrippelzählung lediglich innerhalb eines Zeitintervalls bei einem Motorstop oder einem Motorstart durchgeführt wird.

Fig. 1a

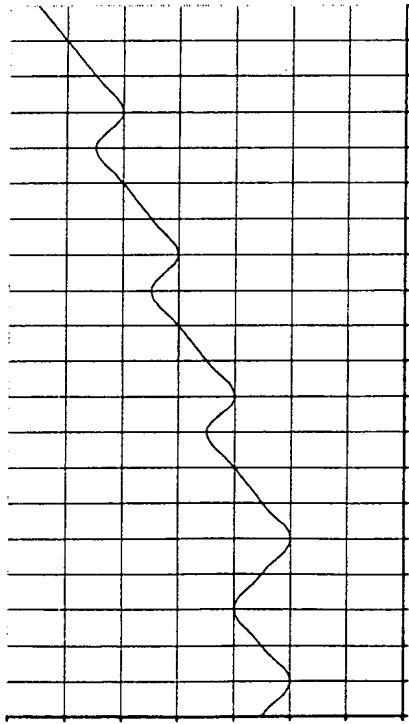


Fig. 1c

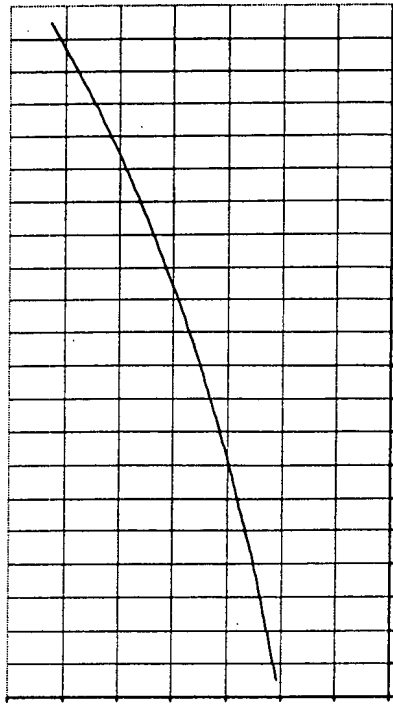


Fig. 1b

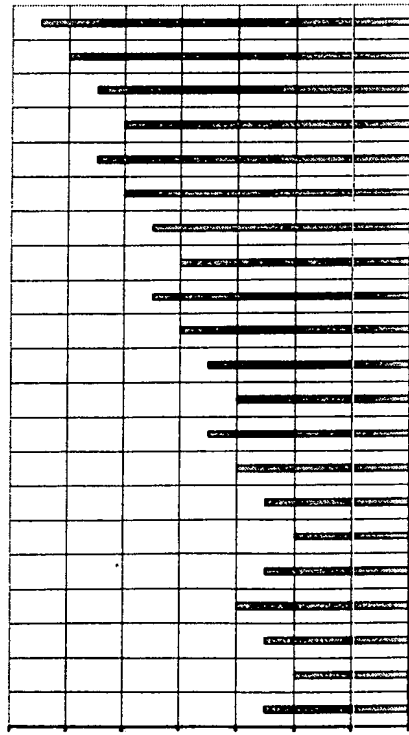


Fig. 1d

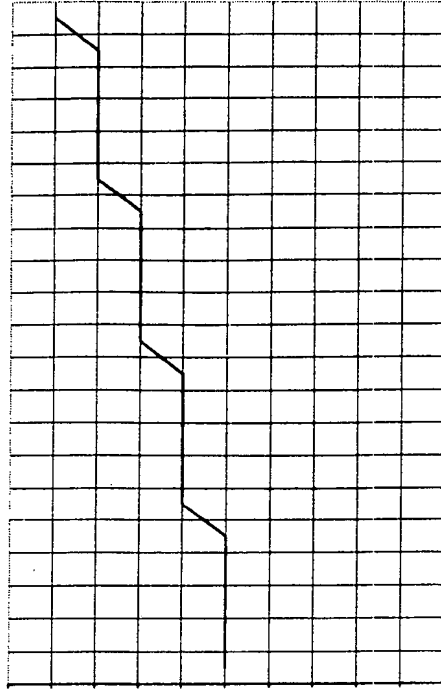
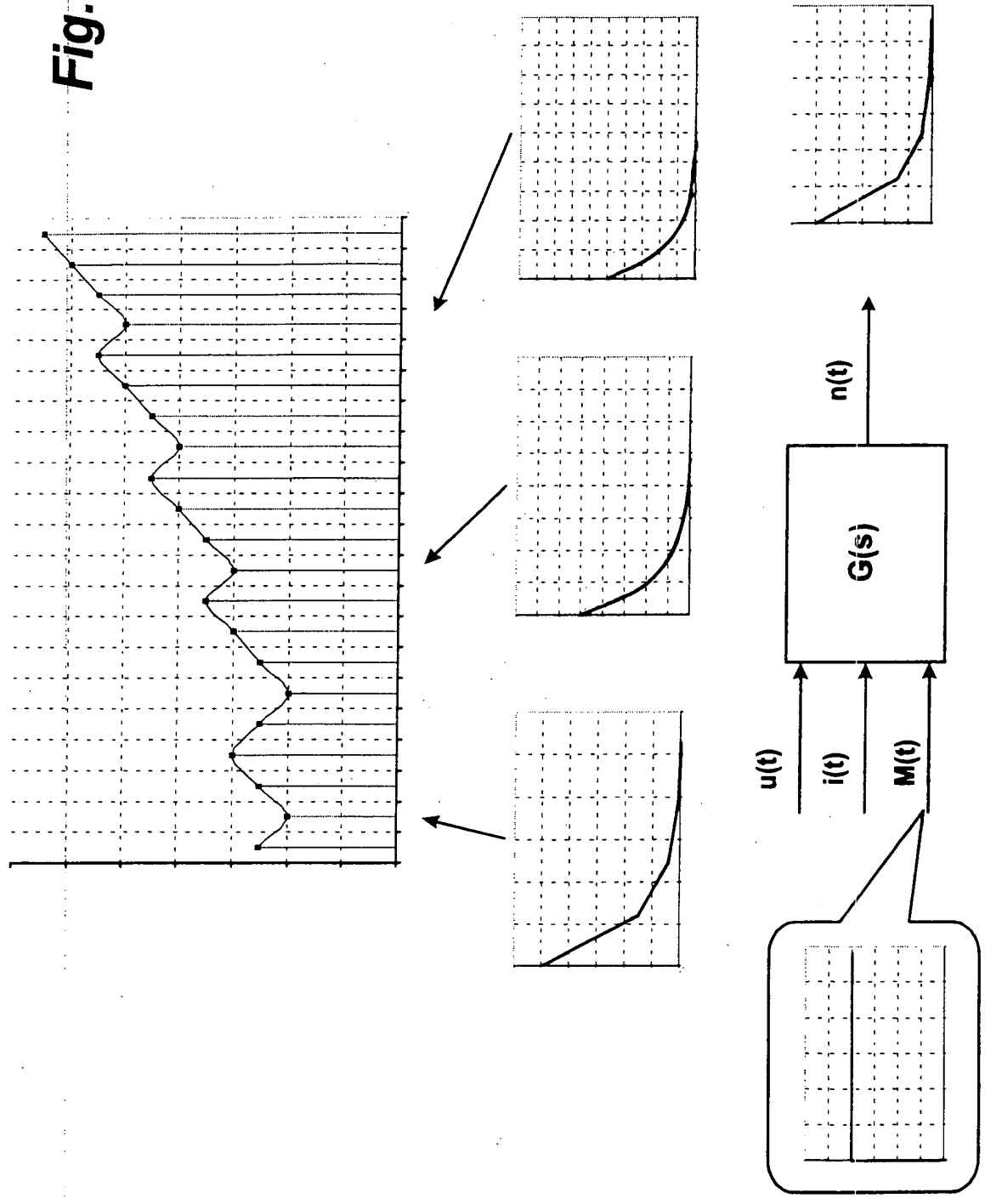


Fig. 2



Zusammenfassung

Ein Verfahren zum Korrigieren einer Drehstellungsbestimmung einer Antriebswelle eines kommutierten Gleichstrommotors durch Auswerten der im Ankerstromsignal enthaltenen Stromrippel bei Auftreten von Fehlrippeln, wenn innerhalb eines definierten Zeitpunkt nach dem zuletzt detektierten Stromrippel umgebenden Toleranzbereiches kein weiterer Stromrippel erkannt wird, ist dadurch bestimmt, daß die Größe des den Zeitpunkt einer erwarteten Stromrippeldetektion umgebenden Toleranzbereiches, in dem eine Korrektur des Zählergebnisses nicht erforderlich ist, dynamisch an sich ändernde Betriebszustände des Gleichstrommotors angepaßt wird.

15

Figuren 1a - d

Fig. 1a

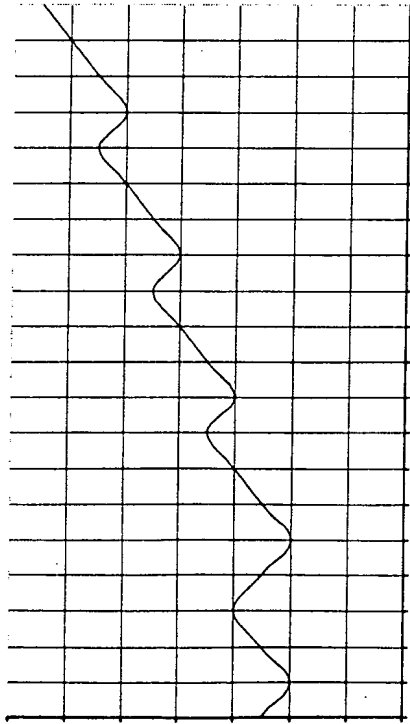


Fig. 1c

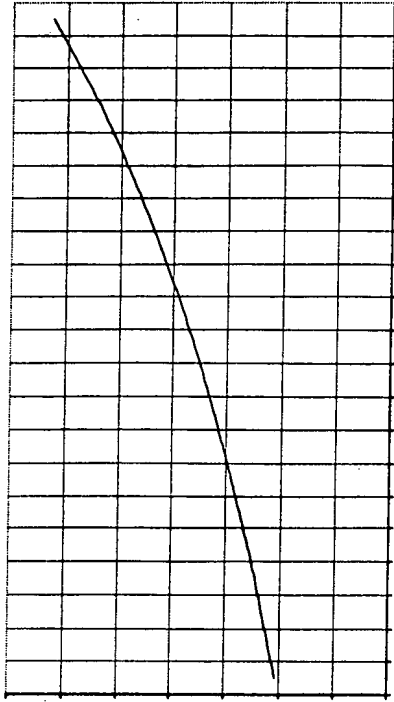


Fig. 1b

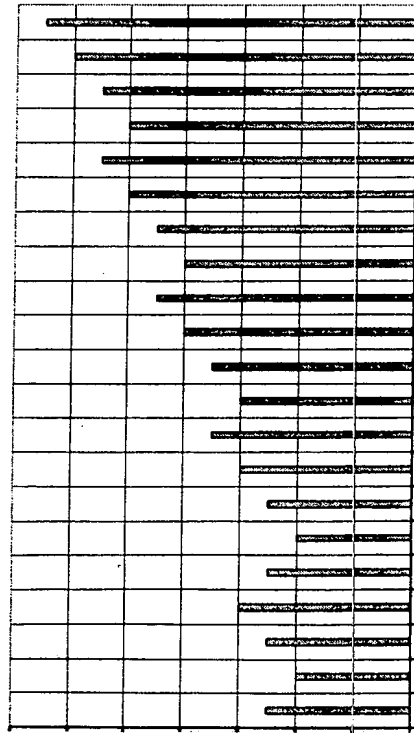


Fig. 1d

